



1756

PATENT APPLICATION
Attorney Docket Q67531

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Mitsuhiro KUREISHI, et al.

Appln. No.: 09/996,579

Group Art Unit: 1756

Confirmation No.: 3787

Examiner: NOT YET ASSIGNED

Filed: November 30, 2001

#2

For: PHOTO MASK BLANK AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of the priority document on which a claim to priority was made under 35 U.S.C. § 119. The Examiner is respectfully requested to acknowledge receipt of said priority document.

Respectfully submitted,

Alan J. Kasper
Registration No. 25,426

SUGHRUE MION, PLLC
2100 Pennsylvania Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20037-3213
Telephone: (202) 293-7060
Facsimile: (202) 293-7860

Enclosures: Japan 2000-367837

Date: January 29, 2002

RECEIVED
JAN 31 2002
TC 1700



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年12月 1日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-367837

出 願 人

Applicant(s):

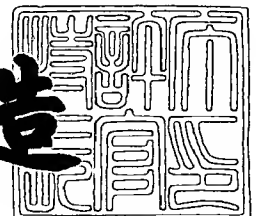
ホーヤ株式会社

RECEIVED
JAN 31 2002
TC 1700

2001年11月30日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3105213

【書類名】 特許願

【整理番号】 P00HYE042

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C03B 11/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号 ホーヤ株式会社内

 【氏名】 暮石 光浩

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号 ホーヤ株式会社内

 【氏名】 野澤 順

【特許出願人】

 【識別番号】 000113263

 【住所又は居所】 東京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号

 【氏名又は名称】 ホーヤ株式会社

 【代表者】 鈴木 洋

【代理人】

 【識別番号】 100103676

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 藤村 康夫

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 056018

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9500007

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 フォトマスクブランクス及びフォトマスクブランクス製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 透明基板上へ遮光膜あるいは光半透過膜を形成するフォトマスクブランクス製造方法において、

前記遮光膜あるいは光半透過膜をスパッタ法によって基板上へ成膜すると同時に、成膜室内に別途具備したイオン生成器にて生成せしめたイオンを基板に向けて照射することによって、遮光膜あるいは光半透過膜を形成することを特徴とするフォトマスクブランクス製造方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の方法により、基板上に形成する遮光膜の膜応力を制御を行い、 $(\text{成膜後の基板の反り量}) - (\text{成膜前の基板の反り量}) = (\text{成膜によって生じる基板の反り量})$ としたときの、成膜によって生じる基板の反り量を $\pm 0.1 \mu\text{m}$ 以下に抑えることを特徴とするフォトマスクブランクス製造方法。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 に記載のイオン生成器に成膜室外から直接不活性ガスを導入し、イオン生成器によって前記不活性ガスをイオン化して基板へ向けてイオンを照射することを特徴とするフォトマスクブランクス製造方法。

【請求項 4】 請求項 1 又は 2 に記載のイオン生成器に成膜室外から直接反応性ガスを導入し、イオン生成器によって前記反応性ガスをイオン化して基板へ向けてイオンを照射することを特徴とするフォトマスクブランクス製造方法。

【請求項 5】 請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の方法によって作製されたことを特徴とするフォトマスクブランクス。

【請求項 6】 請求項 5 記載のフォトマスクブランクスを用いて作製したことを特徴とするフォトマスク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体集積回路等の製造に際して使用されるフォトマスク、その素

材としてのフォトマスクブランクス及びその製造方法等に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体素子、IC、LSI等の半導体製造において、半導体ウェハに微細パターンを転写する際に使用されるフォトマスクの製造工程としては、通常、合成石英ガラス等を精密研磨して得られる透明基板上へ、スパッタリング等によって遮光膜あるいは半透過膜などの膜を成膜する成膜工程、遮光膜などの膜上にレジスト膜をスピンコーティング法等により塗布するレジスト塗布工程、レジスト表面に電子線あるいはレーザ等を照射してレジスト膜を選択的に露光する露光工程（描画工程）、露光されたレジスト膜を所定の現像液で現像してレジストパターンを形成する現像工程、レジストパターンをマスクとして遮光膜などの膜のエッチングを行い、所定の遮光膜パターン等を得るエッチング工程等を経て行われる。この場合、成膜工程で得られた基板を一般にフォトマスクブランクスと呼んでいる。

ここで、遮光膜の成膜工程においては、通常生産性の観点から、DCマグネトロンスパッタリング装置により、クロムターゲット等を用いた通常のDCマグネトロンスパッタ法、もしくは窒素、酸素などのガスのうち少なくとも一種類もしくは数種類のガスを導入することによって薄膜を形成する反応性スパッタ法により作製している。

【0003】

通常、光強度変調を利用することによってパターン転写を行うフォトマスクの原板、すなわちバイナリ型のフォトマスクブランクスには、遮光膜としてクロムもしくはクロム化合物が用いられており、遮光膜を基板上へ成膜する方法としては、主にスパッタリング法が適用されている。しかしながら、一般にスパッタリング法によってクロム膜などの遮光膜を成膜した場合、遮光膜は引っ張り応力を示し、これによって下地の透明基板も含めたフォトマスクブランクス自体が反ってしまい、露光時の焦点深度不足や設計不良を起こす可能性が高くなるため、フォトマスクブランクスとしての品質の低下につながってしまう。ここで、基板の反り量はTROPEL社製FM200などの光学干渉方式による平面度測定器に

よって基板を測定し、このときの基板の平均面からの最高点と最低点における高さの差（P-V値）について成膜前後について測定を行い、成膜前後におけるP-V値の差分によって、成膜によって生じる基板の反り量を定義する。つまり、
（成膜後の基板の反り量）－（成膜前の基板の反り量）＝（成膜によって生じる基板の反り量）と定義する。遮光膜の応力低減方法としては、スパッタ成膜中に基板側にバイアスを印加することによってプラズマ中に存在するイオンを与える方法がある。しかしながら、フォトマスクブランクスのように比較的大きな成膜面積で、しかも基板がガラスのような誘電体の場合、面内で均一な効果を得ることが難しい。

【0004】

一方、遮光膜としてクロム化合物薄膜、あるいは光半透過膜（位相シフト膜）としてMoSiN、MoSiON、SiON、SiNなどの化合物薄膜を成膜する場合、通常DCマグネトロンスパッタリングなどの反応性スパッタ法により作製するが、成膜時にターゲット表面にも化合物が堆積してしまい放電が不安定になる（その結果異常放電によりパーティクルが発生する）ため、フォトマスクブランクスに欠陥等が生じやすいという問題がある。さらに、反応性スパッタ法は、通常の非反応性DCマグネトロンスパッタ法に比べ、成膜速度が遅いため生産性が悪いといった問題も生じる。DCマグネトロンスパッタ法の代わりに、RFマグネトロンスパッタ法によって化合物ターゲットを用いて成膜した場合、成膜時のプラズマの広がりDCマグネトロンスパッタ法に比べ大きくなるため、チャンバ内部に膜が堆積しやすく、結果としてパーティクルの発生源となり、フォトマスクブランクスに欠陥を生じさせやすいといった問題がある。

【0005】

また、近年のマスクパターンにおける寸法精度の要求から、パターン形成時のレジストと遮光膜の薄膜化が必要となってくる。しかしながら、従来のDCマグネトロンスパッタ法による薄膜形成方法では、クロム膜の密度や緻密性がバルクの膜に比べて劣るため、結果として光学濃度を十分とることができずに、薄膜化の要求にこたえることができない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記問題点に鑑みてなされたものであり、フォトマスクブランクスに生じる膜応力による基板の反りの低減（膜応力の緩和、制御）を第一の目的とする。

また、密度や緻密性の向上による膜の薄膜化、特に遮光性の向上による遮光膜の薄膜化や、緻密性向上による耐薬品性、耐光性の向上等を第二の目的とする。

さらに、反応性スパッタ法による化合物遮光膜又は化合物光半透過膜の作製時における反応性DCスパッタ法の場合の異常放電によるパーティクルの低減や反応性RFスパッタ法の場合のパーティクルの低減による膜欠陥の低減、及び、反応性促進（反応性助長）による成膜速度の向上（生産性の向上）を第三の目的とする。

さらに、上記目的を考慮して作製された高品質のフォトマスクブランクス及びフォトマスクの提供を第四の目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明は以下の構成を有する。

（構成1） 透明基板上へ遮光膜あるいは光半透過膜を形成するフォトマスクブランクの製造方法において、

前記遮光膜あるいは光半透過膜をスパッタ法によって基板上へ成膜すると同時に、成膜室内に別途具備したイオン生成器にて生成せしめたイオンを基板に向けて照射することによって、遮光膜あるいは光半透過膜を形成することを特徴とするフォトマスクブランクの製造方法。

【0008】

（構成2） 構成1記載の方法により、基板上に形成する遮光膜の膜応力を制御を行い、
$$（成膜後の基板の反り量） - （成膜前の基板の反り量） = （成膜によって生じる基板の反り量）$$
としたときの、成膜によって生じる基板の反り量を $\pm 0.1 \mu\text{m}$ 以下に抑えることを特徴とするフォトマスクブランクの製造方法。

【0009】

（構成3） 構成1又は2記載のイオン生成器に成膜室外から直接不活性ガスを

導入し、イオン生成器によって前記不活性ガスをイオン化して基板へ向けてイオンを照射することを特徴とするフォトマスクブランクス製造方法。

【0010】

(構成4) 構成1又は2記載のイオン生成器に成膜室外から直接反応性ガスを導入し、イオン生成器によって前記反応性ガスをイオン化して基板へ向けてイオンを照射することを特徴とするフォトマスクブランクス製造方法。

【0011】

(構成5) 構成1から構成4のいずれかに記載の方法によって作製されたことを特徴とするフォトマスクブランクス。

【0012】

(構成6) 構成5記載のフォトマスクブランクスを用いて作製したことを特徴とするフォトマスク。

【0013】

【作用】

構成1によれば、遮光膜あるいは光半透過膜をスパッタ法によって基板上へ成膜すると同時に、成膜室内に別途具備したイオン生成器（以下、イオン源という）にて生成せしめたイオンを基板へ向けて照射する（基板上に堆積中の膜材料に照射する）ことによって、薄膜の密度や緻密性を向上させることができる。これにより、遮光膜では、密度や緻密性の向上による遮光性の向上による遮光膜の薄膜化や、緻密性向上による耐薬品性等の向上効果を得ることができる。また、光半透過膜（位相シフト膜）では、密度や緻密性の向上による光半透過膜の薄膜化、緻密性向上による耐薬品性、耐光性等の向上効果を得ることができる。これらの場合、イオン源から照射するイオンの照射エネルギーを上げるに従い密度や緻密性を大きくすることができる。

また、構成1によれば、スパッタ成膜中に基板に向けてイオン源よりイオンを直接照射することによって、膜の応力を制御することが可能となる。これにより、遮光膜では、遮光膜の応力を緩和又は制御することが可能となる。具体的には例えば、イオン照射なしにスパッタ成膜したCr膜は引っ張り応力を有しているが、本発明のようにスパッタ成膜中に基板に向けてイオン源よりイオンを直接照

射し、かつ照射エネルギーを制御することによって、引っ張り応力を低減させ、ゼロに制御することもでき、さらに圧縮応力側へ制御することもできる。また、光半透過膜（位相シフト膜）では、光半透過膜の応力を制御することが可能となる。

照射エネルギーは、後述する熱処理を行わない場合にあっては、応力の低減効果と密度の向上効果との兼ね合いで制御することが好ましい。

さらに、構成1によれば、反応性スパッタ法による化合物遮光膜又は化合物光半透過膜の成膜工程において、スパッタ成膜中に基板に向けてイオン源よりイオンを直接照射することによって、基板近傍にて反応を促進（助長）し反応を効率よく行うことができるので、従来のイオン源からイオンを照射しない反応性スパッタ法に比べ、成膜速度が大きく、生産性を向上できる。

本発明において、イオン源の種類としては、膜質改善を目的とした高電流密度、低エネルギーのイオンを照射するタイプのもので、RF型、エンドホール型、カウフマン型、ECR型が好ましいが、特にこれらを限定するものではない。

【0014】

構成2によれば、構成1の方法を用いることにより、基板上に形成する遮光膜の膜応力を制御を行い、 $(\text{成膜後の基板の反り量}) - (\text{成膜前の基板の反り量}) = (\text{成膜によって生じる基板の反り量})$ としたときの、成膜によって生じる基板の反り量を $\pm 0.1 \mu\text{m}$ 以下に抑えることが実現できる。

【0015】

構成2では、構成1の方法を用いることにより、基板上に形成する遮光膜あるいは光半透過膜の膜応力を制御を行い、さらに熱処理又はレーザ照射処理を施すことにより遮光膜あるいは光半透過膜の膜応力を制御を行うことによって、 $(\text{熱処理又はレーザ照射処理後の基板の反り量}) - (\text{成膜前の基板の反り量}) = (\text{成膜前に測定した反り状態からの変化量})$ としたときの、成膜前に測定した反り状態からの変化量を $\pm 0.1 \mu\text{m}$ 以下に抑えることが実現できる。

具体的には例えば、イオン源の照射エネルギーを変化させることにより、遮光膜の膜応力を圧縮応力側に制御し、この膜に熱処理又はレーザ照射処理を施すことにより遮光膜の膜応力を低減し、ゼロ付近に制御できる。なお、イオン照射エ

エネルギーの制御は、ビーム加速電圧及びアノード電流で制御することができる。
また、例えば、光半透過膜の膜応力が圧縮応力である場合に、この膜に熱処理又はレーザー照射処理を施すことにより光半透過膜の膜応力を低減し、ゼロ付近に制御できる。これらの場合、上述したような応力低減効果との兼ね合いでイオン源の照射エネルギーを制御する必要がなく、密度の向上だけを目指してイオン源の照射エネルギーを制御できるので、より密度の向上を図ることができる。

なお、熱処理温度は、150℃以上、200℃以上、250℃以上、300℃以上、350℃以上、380℃以上、550℃以上が好ましい。この場合、熱処理温度が高ければ高い程内部応力は低減されるが、透過率の変化量も増加する。
なお、あまり温度を高くすると、温度の上昇及び下降の時間が長くなるため、生産性が悪化するという問題がある。そのため、熱処理温度は700℃以下であることが好ましい。熱処理時間は、光半透過膜全体に熱が到達する時間であればよく、例えば1分以上で充分である。

熱処理する雰囲気は、酸素等の反応性雰囲気を含まないことが好ましい。反応性雰囲気を含むと、熱処理により膜厚方向の組成が変化してしまうからである。
従って、好ましい雰囲気としては、窒素、アルゴン等の不活性ガスである。

なお、この熱処理は、透明基板上に光半透過膜を形成した後（ブランクの状態）で行ってもよく、また光透過膜をパターニングした後（マスクの状態）で行ってもよい。但し、微細パターンを高温で熱処理すると、パターン形状が悪化してしまう恐れがある。なお、ブランクの状態で行うことにより、その後のレジストのバーク工程（200℃以下、例えば約180℃）における膜質変動を抑制する効果もある。そのような効果を得ようとする場合は、レジストのバーク温度よりも高い温度（例えば200℃以上）で熱処理することが好ましい。

【0016】

構成3によれば、イオン生成器に成膜室外から直接不活性ガスを導入し、イオン生成器により不活性ガスをイオン化して基板に向けてイオンを照射することによって、スパッタ用ガス導入口からのみ不活性ガスを導入する場合に比べ、不活性ガスイオンを効率良く基板に向けて供給できるので、上述した膜応力の低減効果及び膜密度の向上効果をより高めることができる。

【0017】

構成4によれば、イオン生成器に成膜室外から直接反応性ガスを導入し、イオン生成器により反応性ガスをイオン化して基板に向けてイオンを照射することによって、スパッタ用ガス導入口からのみ反応性ガスを導入する場合に比べ、反応性ガスイオンを効率良く基板に向けて供給できるので、反応速度をより向上できると共に、上述した膜応力の低減効果及び膜密度の向上効果をより高めることができ、膜の制御性も良い。また、イオン源用ガス導入口からのみ反応性ガスを導入する場合は、スパッタ用ガス導入口からのみ反応性ガスを導入する場合に比べ、成膜室内に導入する反応性ガス導入量の低減を図ることができ、この結果、ターゲット上の化合物の生成を抑えることができるので、反応性DCスパッタ法における異常放電の低減を図ることができ、また、チャンバ内部に膜が堆積するのを抑えることができるので、反応性RFスパッタ法におけるパーティクルの低減を図ることができ、これらによって膜欠陥の低減を図ることができる。

【0018】

構成5、6によれば、基板の反りの低減、密度や緻密性の向上による膜の薄膜化、緻密性向上による耐薬品性、耐光性の向上、反応性スパッタ法による化合物遮光膜又は化合物光半透過膜の作製時における膜欠陥の低減、などを考慮して作製された高品質のフォトマスクブランクス及びフォトマスクを提供できる。

【0019】

【実施例】

実施例1

以下、本発明の実施例について図面を参照して詳細に説明する。

図1に示す装置は、一般的なDCマグネトロンスパッタリング装置の真空チャンバ1内にイオン源11を配置したものである。チャンバ1内には、φ6インチ、厚さ5mmのクロムターゲット5を配置したマグネトロソード3、大きさ6インチ角、厚さ0.25インチの合成石英基板6、さらにエンドホール型イオン源11が配置されており、イオン源11は基板6へ向けてイオンを照射するために適切な角度で配置されており、このときのターゲット中心と基板表面中心とを結ぶ直線の距離は23cmであり、イオン源と基板表面中心とを結ぶ直線の距

離は16cmである。また、到達真空度は、排気ポンプによりチャンバ内を 1×10^{-4} Paまで排気した。

次にスパッタ用ガス導入口7、イオン源用ガス導入口12よりアルゴンガスをそれぞれ導入し、チャンバ1内を0.11Paにした。スパッタ用DC電源9により300Wの電力をカソード3に印加した。同時にイオン源11よりビーム加速電圧60V、アノード電流0.8Aの条件（イオン源用アノード及びカソード電源コントローラ13によって制御）で基板6へ向けてアルゴンイオンを照射し、膜厚80nmとなるように遮光膜を成膜した。

光学干渉計により基板の反り状態を調べた結果、成膜前に測定した反り状態からの変化量（（成膜後の基板の反り量）－（成膜前の基板の反り量）＝（成膜によって生じる基板の反り量））は0.1 μ mであり、膜応力は引っ張り応力であった。さらに同様の条件で、ビーム加速電圧80V、アノード電流1Aの照射条件のみを変えて成膜した結果、成膜によって生じる基板の反り量は0.1 μ mであり、膜応力は圧縮応力であった。つまり、イオン源の照射条件を制御することによって膜応力を引っ張り応力側から圧縮応力側に調整することができ、膜応力をゼロ又はゼロ付近に調整できた。

【0020】

比較例1

実施例1に対して、実施例1のイオン源を用いない装置構成において、到達真空度 1×10^{-4} Paまで排気し、アルゴンガス導入したときの圧力が0.11Pa、スパッタ用DC電源9により300Wの電力をカソード3に印加し、膜厚80nmとなるように成膜を行った。

成膜によって生じる基板の反り量を実施例1と同様に測定したところ、0.5 μ mであり、膜応力は引っ張り応力であった。

実施例1及び比較例1から、本発明によれば従来に比べマスクブランクスの平面度を改善することができることがわかる。

【0021】

実施例2

実施例1と同様の装置構成にて、スパッタ用DC電源9により600Wの電力

をカソード3に印加し、同時にイオン源11によりビーム加速電圧80V、アノード電流1Aの条件にて、基板6へ向けてイオンを照射して、光学濃度(O. D.)が波長193nmで3となるように成膜を行った結果、膜厚は41nmであった。また、前記成膜条件にて、膜厚が1 μ mとなるように成膜を行い、成膜前後における基板の重量を測定し、クロム膜の密度を計算した結果、クロムの膜密度は7.1g/cm³であった。

なお、クロム膜の場合、バルク密度(7.2g/cm³)の95~100%が好ましく、特に98%以上であればさらによい。

【0022】

比較例2

実施例2に対して、実施例1のイオン源を用いない装置構成において、到達真空度 1×10^{-4} Paとなるまで排気を行い、アルゴンガス導入時のガス圧を0.11Pa、スパッタ用DC電源9により600Wの電力をカソード3に印加し、光学濃度(O. D.)が波長193nmで3となるように成膜を行った結果、膜厚は45nmであった。また、前記成膜条件にて、膜厚が1 μ mとなるように成膜を行い、成膜前後における基板の重量から膜の密度を計算した結果、6.7g/cm³であった。

【0023】

実施例3

実施例1と同様の装置構成及び成膜条件にて、大きさ6インチ、厚さ0.25インチの合成石英基板6上にクロム膜を膜厚65nmで作製した。続いて、クロム膜上に、スパッタ用ガス導入口7よりアルゴンガスを50sccmを導入し、スパッタ用DC電源9により300Wの電力をカソード3に印加してスパッタ放電を起こすと共に、このスパッタ放電中に、イオン源用ガス導入口12より窒素ガス4sccm、酸素ガス0.5sccmの混合ガスを導入し、加速電圧160V、アノード電流1Aの条件でイオン源11から基板6へ向けて窒素イオン及び酸素イオンを照射して、反射防止膜を膜厚28nmで形成した。

DCマグネトロンスパッタ放電時を観察したところ、異常放電は観察されなかった。

【0024】

比較例3

実施例3に対して、実施例1のイオン源を用いない装置構成において、クロム膜を膜厚65nm作製し、さらに反射防止層として実施例3と同等の反射防止効果を有する膜をイオン照射することなくDCマグネトロンスパッタ法により作製したところ、アルゴンガス38.4sccm、窒素ガス10sccm、酸素ガス1.6sccmのガス流量であった。さらに、放電中にターゲット近傍にて異常放電が観察された。この結果、パーティクルが膜の堆積した基板上へ付着し、品質の高いフォトマスクブランクスを作製することができなかった。

実施例3及び比較例3から、イオン源用ガス導入口からのみ反応性ガスを導入する場合は、スパッタ用ガス導入口からのみ反応性ガスを導入する場合に比べ、成膜室内に導入する反応性ガス導入量の低減を図ることができ、この結果、ターゲット上の化合物の生成を抑えることができるので、反応性DCスパッタ法における異常放電の低減を図ることができ、これによって膜欠陥の低減を図ることができることがわかる。

【0025】

実施例4

実施例1と同様の装置構成でターゲット5としてシリコンターゲットが配置された構成にて、大きさ6インチ、厚さ0.25インチの合成石英基板6上に、スパッタ用ガス導入口7よりアルゴンガス20sccmを導入し、イオン源用ガス導入口12より窒素ガス5sccmを導入することによってチャンバ1内のガス圧を0.1Paとし、カソード3に200Wの電力を印加してスパッタ放電を起こすと共に、このスパッタ放電中に、窒素イオンを加速電圧100V、アノード電流1.1Aの条件でイオン源11から基板6へ向けてイオンを照射して、SiN膜を波長193nmにおいて位相角180度となる膜厚となるように成膜を行なった。成膜したSiN膜を分光光度計を用いて測定を行なったところ、波長193nmにおいて透過率は4.9%であった。なお、光半透過膜としての透過率としては、3%~20%が好適である。

【0026】

比較例 4

実施例 4 に対して、実施例 1 のイオン源を用いない装置構成においてクロムターゲットの代わりにシリコンターゲットを配置した構成において、スパッタ用ガス導入口 7 より、アルゴンガス 20 s c c m、窒素ガス 5 s c c m を導入し、スパッタ用 DC 電源 9 よりカソード 3 に 200 W の電力を印加し、実施例 4 と同様に位相角が 180 度となるように膜厚を調節して成膜を行なった。分光光度計により波長 193 nm における透過率を測定したところ、0.1% であった。したがって、透過率 3% ~ 20% の範囲外となるため不適であった。

実施例 4 及び比較例 4 から、イオン源用ガス導入口からのみ反応性ガスを導入する場合は、スパッタ用ガス導入口からのみ反応性ガスを導入する場合に比べ、反応性ガスイオンを効率良く基板に向けて供給でき、この結果、密度や緻密性の向上による光半透過膜の透過率の改善を図ることができることがわかる。

【0027】

実施例 5

実施例 4 と同様の装置構成において、大きさ 6 インチ、厚さ 0.25 インチの合成石英基板 6 上に、スパッタ用ガス導入口 7 よりアルゴンガス 10 s c c m、イオン源用ガス導入口 12 より窒素ガス 5 s c c m をチャンバ 1 内へそれぞれ導入し、チャンバ 1 内のガス圧を 0.11 Pa とした。DC 電源 9 よりカソード 3 へ 600 W の電力を印加してスパッタ放電を起こすと共に、このスパッタ放電中に、窒素イオンを加速電圧 150 V、アノード電流 1.1 A の条件でイオン源 11 から基板 6 へ向けてイオンを照射して、SiN 膜を 193 nm において位相角 180 度となる膜厚となるように成膜を行なった。

成膜した SiN 膜を分光光度計を用いて透過率、反射率を測定して、これらの実験結果より波長 193 nm における屈折率 n 、消衰係数 k を求めた結果、 $n = 2.6$ 、 $k = 0.46$ であった。さらに、このときの成膜速度を調べたところ、成膜速度は 60 nm/min であった。

【0028】

比較例 5

実施例 5 に対して、実施例 4 のイオン源を用いない装置構成において、スパッ

タ用ガス導入口7より、アルゴンガス10 s c c m、窒素ガス10 s c c mのように位相角と透過率が実施例5と同一となるように窒素流量を調整して、それぞれ導入し、DC電源9よりカソード3に200Wの電力を印加して実施例5と同じ位相角、透過率を有するSiN膜を作製した。

このときの成膜速度を調べた結果、20nm/minである。

実施例5及び比較例5から、イオン源用ガス導入口からのみ反応性ガスを導入する場合は、スパッタ用ガス導入口からのみ反応性ガスを導入する場合に比べ、反応性ガスイオンを効率良く基板に向けて供給でき、この結果、成膜速度を高め生産性を高めることができることがわかる。

また、実施例5で得られた半透過膜は、比較例2で得られた半透過膜に比べ、緻密性が高く、耐薬品性、耐光性に優れるものであった。

さらに、実施例5で得られた半透過膜を熱処理した場合、比較例2で得られた半透過膜に比べ、膜の圧縮応力を低減することができた。

【0029】

以上好ましい実施例をあげて本発明を説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではない。

例えば、ターゲットは基板直下に対向させて配置できる。また、成膜室内に複数のターゲットを基板直下からオフセットさせて配置できる。さらに、基板は自転させることができる。

イオン源は基板に向けてイオンを照射できる位置であればよい。

DCスパッタに替えてRFスパッタを行う装置を用いた場合であっても、イオン源を配置し、同様の効果を得ることができる。

【0030】

【発明の効果】

本発明によれば、フォトマスクブランクスに生じる膜応力による基板の反りの低減（膜応力の緩和、制御）を図ることができる。また、密度や緻密性の向上による膜の薄膜化、特に遮光性の向上による遮光膜の薄膜化や、緻密性向上による耐薬品性、耐光性の向上等を図ることができる。さらに、反応性スパッタ法による化合物遮光膜又は化合物光半透過膜の作製時における異常放電の低減やパーテ

イクルの低減による膜欠陥の低減、及び、反応性促進（反応性助長）による成膜速度の向上（生産性の向上）を図ることができる。

したがって、従来のものに比べ、より品質の高いフォトマスクブランクスを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

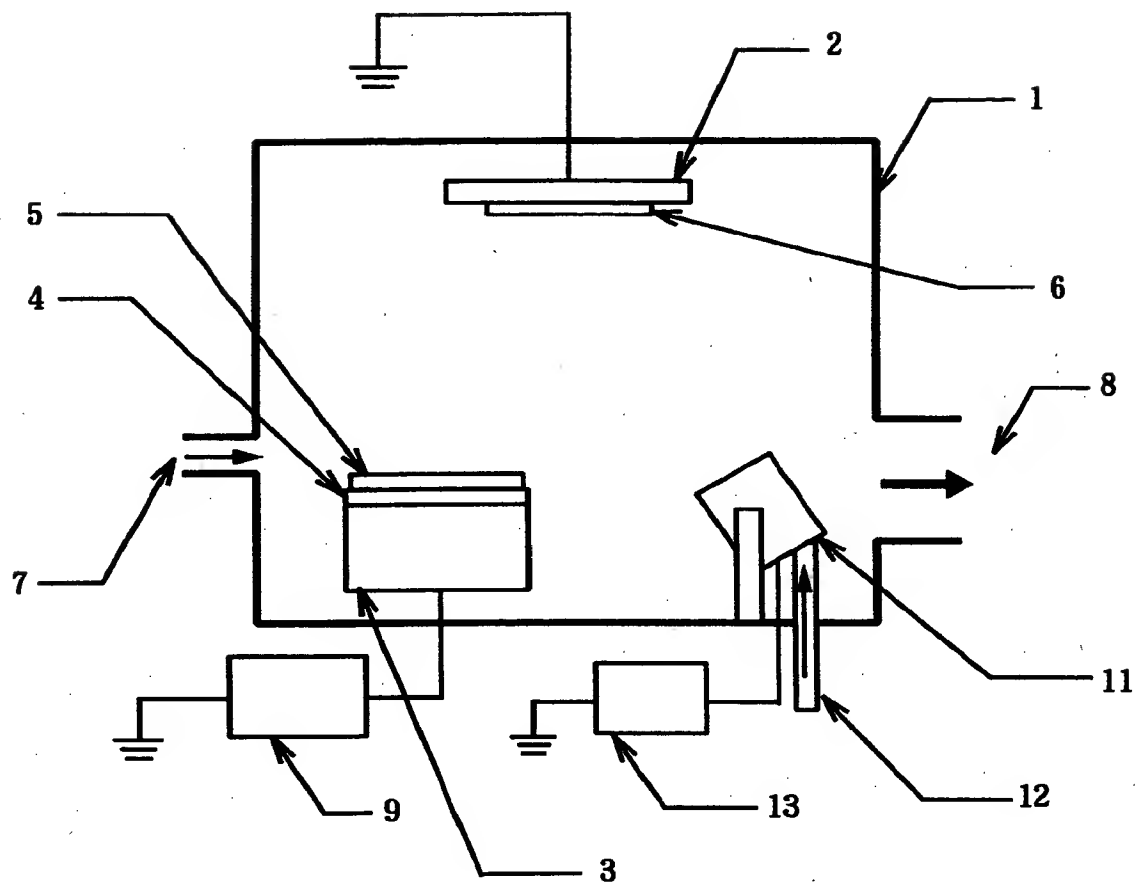
図面は本発明の実施例を示すものであり、装置内部の概略図を示す。

【符号の説明】

- 1 : 真空チャンバー
- 2 : アノード
- 3 : マグネトロンカソード
- 4 : バッキングプレート
- 5 : ターゲット
- 6 : 基板
- 7 : スパッタ用ガス導入口
- 8 : 排気口
- 9 : スパッタ用DC電源
- 11 : イオン源
- 12 : イオン源用ガス導入口
- 13 : イオン源用アノード及びカソード電源コントローラ

【書類名】 図面

【図 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 膜応力による基板の反りの低減（膜応力の緩和）や膜の密度や緻密性の向上を図ることができるフォトマスクブランクス製造方法等を提供する。

【解決手段】 透明基板上へ遮光膜あるいは光半透過膜を形成するフォトマスクブランクス製造方法において、前記遮光膜あるいは光半透過膜をスパッタ法によって基板6上へ成膜すると同時に、成膜室内に別途具備したイオン生成器（以下、イオン源11）にて生成せしめたイオンを基板6上に堆積中の膜材料に照射することによって、遮光膜あるいは光半透過膜を形成することを特徴とする。

【選択図】 図1

特2000-367837

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-367837
受付番号	50001555731
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成12年12月 4日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成12年12月 1日

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000113263]

1. 変更年月日 1990年 8月16日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都新宿区中落合2丁目7番5号
氏 名 ホーヤ株式会社